仕様書

１．件名：Ｈ２７年度　発電用原子炉等安全対策高度化技術開発
炉心の安全性高度化（上/下部プレナム流動試験に係わる解析実施）

２．目的

本仕様書にて定める作業の目的は以下のとおりである。

炉心の安全性及び環境性能を一段と高めるために、現行炉心に比べ、制御棒を中心とした炉心の制御能力を大幅に強化し安全停止能力を飛躍的に高めるとともに、炉心の可燃毒物使用の拡大により、ほう酸廃棄物を削減し環境負荷の低減を図るものである。

本技術開発の目標は、これらを実現する技術として、SBO時等事故時の安全停止能力の大幅向上や過冷却事象におけるほう酸に頼らない制御方策実現のために、制御棒の性能向上や制御棒設備の増強について検討し、安全停止能力の向上に必要な指標を策定する。具体的には、炉心の制御機能を高度化するため、中性子吸収能力を大幅に高めた高性能制御棒クラスタとRCC多数設置が可能な新型炉内構造物を開発し、試験によりその健全性及び信頼性を確認する。これらの構造は、標準的なPWRに使用できることを考慮し開発する。

さらに、プラントの安全停止機能として重要なスクラム時の制御棒挿入機能について、挿入性向上対策の効果と影響を試験により確認する。

原子炉内の流動試験では、炉停止機能を大幅に高めた制御棒多数設置構造の健全性の確認に加えて、安全評価の観点から重要な事故時の自然循環による冷却状態における炉内流動挙動を確認する。さらに、大型炉の主流である4ループ主体の試験を基に、解析シミュレーション技術の整備や設計評価手法の信頼性を確認する。

そこで、これらの設計検証用として、下部プレナムや上部プレナム、また炉内全体を対象とした、流動解析・振動解析及び水力試験・流動振動試験を実施する。加えて、炉内流動性状の詳細な把握を目的として要素流動試験を実施し、解析モデルの改良に反映する。

本年度(2015年度)の開発では、前年度(2014年度)より流動及び流動振動試験を実施しており、試験体系及び実機スケール評価に必要となる解析作業を実施する計画である。

これらの作業のうち、本資料では、流動解析評価に関する項目をまとめる。

３．実施内容

本仕様書にて定める実施内容は以下のとおりである。

なお、実機炉内構造物のモデル化に必要な関連図は当社より提示する。また、これらの各検討作業は他の事業参画者とも連携の上実施する。

(1) 下部プレナム試験（要素試験）を基にした各種流動解析高度化のための感度解析

今年度は解析のロードマップを基に、解析高度化のために必要な感度解析や試験体解析と試験データとの比較及びメッシュ修正・解析チューニングを行う。

具体的には、高度化のための解析に対しては、ASME　V&V（図1参照）を念頭に置いた、感度解析（メッシュ感度や乱流モデル感度など）を実施する。対象としては、要素体系を基にした感度解析を想定する。MHI側の解析方針に基づき、要素試験の結果を基にした解析チューニングなどを実施する。解析条件については、（（２）項に示す解析条件に含む）

(2) 上・下部プレナム試験に係わる各種流動解析高度化実施

供試体解析として、上部プレナム試験体系、下部プレナム試験体系、及び要素試験体系として、試験結果との比較評価が可能な解析を実施する。必要に応じて、試験完了したデータを基に、あるいは解析の高度化検討が進捗した部分を供試体解析側に取り込みながら解析を進める。

なお、比較検討用の各種試験データ及び感度解析のパラメータについては、必要に応じてMHI側から提供する。MHI所有の計算機を使用する場合、想定される解析条件に対する計算機マシンチャージにMHI側が負担する。

試験の装置イメージを表１に、想定される解析条件を表２に示す。また、試験体系のメッシュイメージを図２に示す。

(3) 報告書作成

(1)～(2)項の検討結果を検討報告書（本文はワードファイル、デジタルデータはエクセルファイル。図面をCAD図にて作成した場合は、CAD図も含む）にとりまとめる。

４．実施条件

実施条件詳細は三菱重工から別途提示する。

５．実施期間及び実施工程

実施期間は、契約締結日から平成２８年２月１５日とする。
表３に実施工程を示す。

６．納入物及び納期

最終報告書及び報告書を収めたCD-ROM１枚
提出図書：添付１に提出図書を示す。

７．納入場所

報告書１部及びCD-ROM:三菱重工業株式会社神戸造船所
提出図書類　　：三菱重工業株式会社神戸造船所

８．機密保持事項

本仕様書に定められた作業によって得られた成果及びその知見を、三菱重工業株式会社の事前承諾無しに第三者に開示してはならない。

９．知的財産権

（１）本仕様書に定められた作業によって得られた成果およびその知見は、三菱重工業株式会社に帰属するものとする。
（２）受注者は、本購入仕様書に規定される作業を実施するにあたって、第三者の知的財産権を侵害しないように十分注意すること。

１０．品質保証

受注者は、本購入仕様書に規定される作業を実施するにあたっては、別途に定める“調達先に対する品質保証要求事項（原子力施設にかかわる設計役務全般）”を遵守すること。

１１．その他

（１） 本仕様書と契約書の記載内容で、齟齬がある場合は本仕様書内容を正とする。
（２） 各実施項目の納期が変更となる場合には、事前に三菱重工業株式会社神戸造船所に申請し承認を得るものとする。
（３） 実施内容の変更にあたっては、受注者は事前に発注者に申請し、承認を得るものとする。
（４） 作成した資料の情報管理区分については三菱重工業株式会社神戸造船所と協議し決定する。
（５） 本件の実施者は、発電用原子炉等安全対策高度化技術開発における炉心の安全性高度化に関わる研究の全体取りまとめに協力する。

表１　各種試験装置イメージ

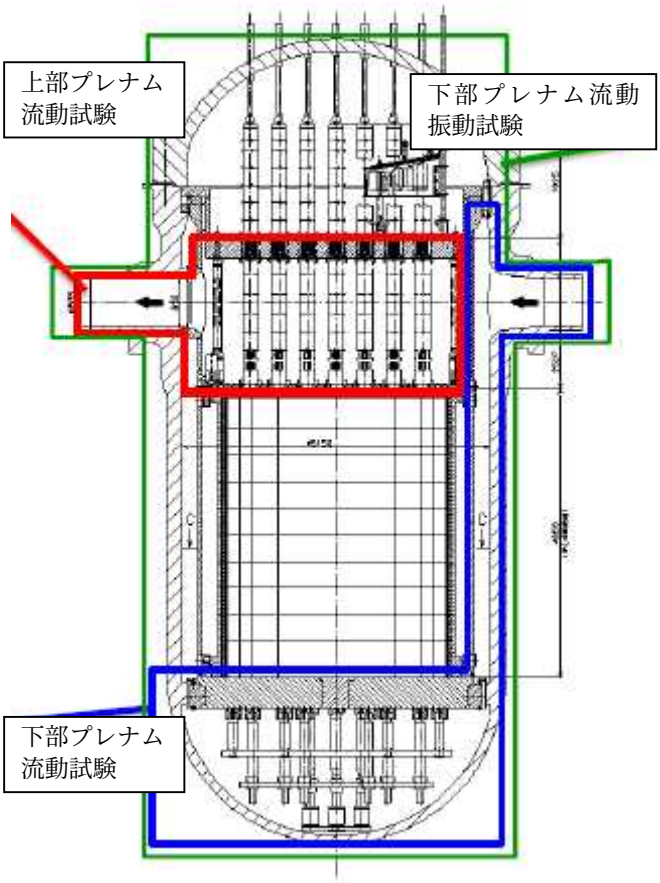
モデル試験		要素試験
【上部プレナム流動試験】 上部プレナム内の構造物を模擬した流動試験		【要素試験１】 ダウンカマの流れをモデル化した試験
【下部プレナム流動試験】 入口ノズルから下部プレナムまでを模擬した流動試験		【要素試験２】 下部プレナムの流れをモデル化した試験
【下部プレナム流動振動試験】 入口ノズルから出口プレナムまでを模擬した流動振動試験		

表２　解析条件表

名称	流量	定常/ 非定常	解析メッシュ	主なパラメータ	条件数 目安
下部プレナム解析	高流量	定常/非定常	3000万メッシュ程度	構造影響、メッシュ感度、乱流モデル感度など	10
	低流量	定常/非定常	3000万メッシュ程度	構造影響、メッシュ感度、乱流モデル感度など	12
上部プレナム解析	高流量	定常/非定常	3000万メッシュ程度	構造影響、メッシュ感度、乱流モデル感度など	4
	低流量	定常/非定常	3000万メッシュ程度	構造影響、メッシュ感度、乱流モデル感度など	12
要素試験1（流動）	低流量	定常/非定常	3000万メッシュ程度	構造影響、メッシュ感度、乱流モデル感度など	8
要素試験2（流動）	高流量	定常/非定常	3000万メッシュ程度	構造影響、メッシュ感度、乱流モデル感度など	8
	低流量	定常/非定常	3000万メッシュ程度	構造影響、メッシュ感度、乱流モデル感度など	8

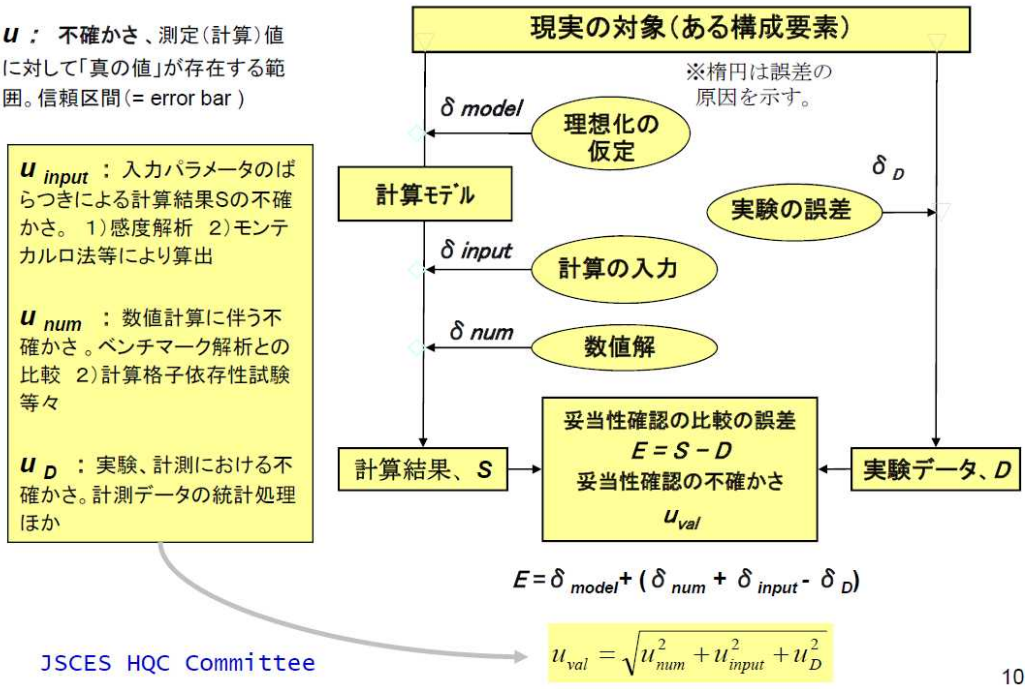


図１ ASME V&V20の評価スキーム

（出典：日本計算工学会　HQC分科会HP）

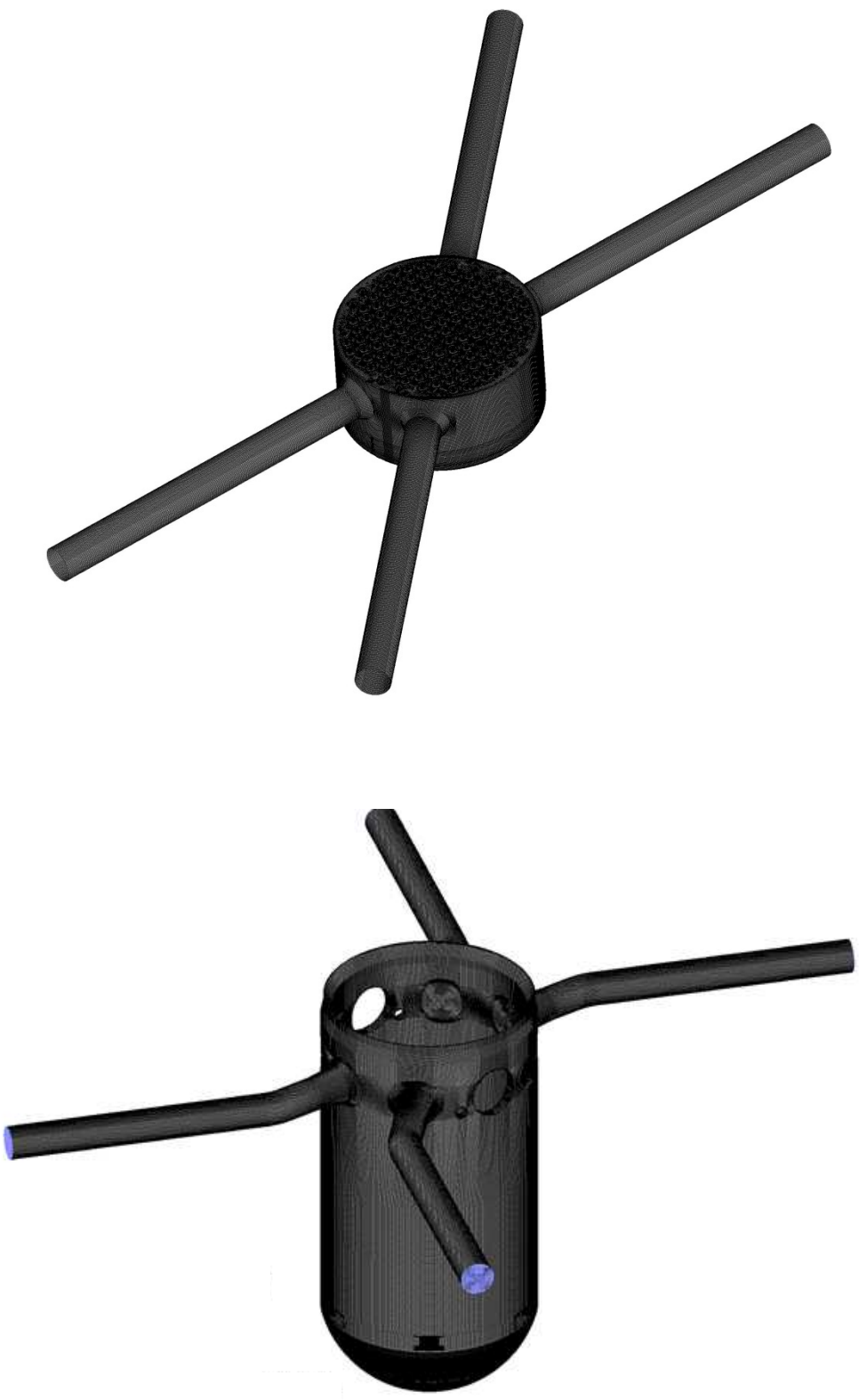


図２　試験装置メッシュイメージ

表3 実施工程

平成27年度4半期	1	2	3	4
(1) 下部プレナム試験（要素試験）を基にした各種流動解析高度化のための感度解析				
(2) 上・下部プレナム試験に係わる各種流動解析高度化実施				
(3) 報告書作成				
最終報告書提出				▼ 2016/2/15

添 付

提出図書 一覧

種別	図書分類	要提出図書*1	摘要	種類	部数	提出時期
一般	実施計画書	○		承認用	1	契約後2週間以内
	実施工程表	○		承認用	1	契約後2週間以内
	実施体制表	○		承認用	1	契約後2週間以内
	安全計画書			承認用	1	契約後2週間以内
	品質管理計画書	○		承認用	1	契約後2週間以内
	提出図書一覧表	○		承認用	1	契約後2週間以内
	再委託に係る承認申請書	適宜		承認用	1	契約後3週間以内
	打合せ議事録	○		参考用	1	打合せ後2週間以内
	工程実績表	○		参考用	1	月初5営業日以内
	立会申請書			参考用	1	立会前1週間以前
仕様変更	計画変更承認申請書	適宜		承認用	1	計画変更時
	打合せ議事録		打合せにて、変更が生じた場合	承認用	1	打合せ後1週間以内
物品製造	物品製作仕様書			承認用	1	製作前2週間以前
	品質管理仕様書			承認用	1	製作前2週間以前
	外注購入先管理表			承認用	1	発注前2週間以前
物品購入	購入仕様書			承認用	1	購入前2週間以前
	外注購入先管理表			承認用	1	購入前2週間以前
機器設置工事	施工要領書			承認用	1	施工前2週間以前
	施工図			承認用	1	施工前2週間以前
	工事報告書			参考用	1	工事完了後2週間以内
試験	試験要領書			承認用	1	試験前2週間以前
	試験報告書			参考用	1	試験後2週間以内
廃棄･撤去等	輸送、保管、廃棄に関する仕様書	適宜		承認用	1	作業の開始前
	仮設備の撤去･分別解体に関する仕様書	適宜		承認用	1	作業の開始前
現地検査	検査要領書（立会い要領書）			承認用	1	検査前2週間以前
	検査報告書			参考用	1	納入時
報告	最終報告書および電子記録媒体	○		参考用	別途指示	納入時
完成検査	納品書（完了届け）	○		参考用	1	納入時
	実績報告書	ー		参考用	1	納入時
	納入品一覧表	○		参考用	1	納入時
	機器一覧表			参考用	1	納入時
	工程写真			参考用	1	納入時
	官庁検査合格書等			参考用	1	納入時
	機器取扱説明書			参考用	1	納入時
	完成写真			参考用	1	納入時
	完成図書及び電子記録媒体	○	提出済図書一式（含 最終報告書）	参考用	1	納入時

*1.「○」は提出必須